

船舶与海洋工程型钢 论文集

崔 峰 序

陈国虞等 著

上海船舶运输科学研究所南海船舶仪器设备公司
编辑出

中国造船工程学会《船舶工程》编辑部

一九八八年 十月

船舶与海洋工程型钢论文集

上 册

上海船研所
蛇口工业区

南海船舶仪器设备公司

编辑出版

中国造船工程学会《船舶工程》编辑部

1988年10月

序 言

船舶及海洋工程用型钢论文集，是一本三十多年来我国船用型钢设计、制造和使用方面的经验总结。它记录了这方面所遇到的一系列问题和问题的解决过程，因此，是一本很实际和很有参考价值的小册子。

50年代初我国就开始发展自己的造船业，设计、试制及生产船用钢板和型钢。型钢的数量约占船用钢材总量的15%。起初全面搬用了苏联的产品标准，对产品的系列、断面公差及其在实际应用中的意义和作用缺少研究。生产部门和使用部门也没有共同认识。加上这些产品属于复杂不对称型钢断面，生产难度大、技术水平要求高。使用部门，特别对军用的，要求特别严，验收绝对按条文。虽然当时苏联标准已比西方的标准规定得详细，但其中仍有不少项目在他们国内是按传统习惯和共同的认识验收的，没有逐项严格执行。可是引用到我国，由于缺乏经验，形成不了共同的看法和认识，在苏联不成问题的问题，在我国却都成了大问题，以致妨碍了这些国内产品的使用和生产。在一个时期内，导致对国内产品不放心而依靠进口。

论文集的作者们，是一些有心人，他们主动承担起对这些问题的调查和研究。他们冒着夏天的酷暑和冬天的严寒，化了较长时间，去钢铁厂，造船工地和钢材仓库，逐根逐根地测量进口产品和国内产品的形状尺寸和公差。访问了工人和干部，做了大量统计分析和研究工作，找出了尺寸偏差对断面惯性矩的影响程度，总结出“比截面系数”，作为衡量截面金属利用的指标。为了测量船用球扁钢断面各处的棱角的公差，他们采用了直角尺卡量，用百分表和圆棒通过等办法来检验棱角的充填程度，后者并被写入了产品标准条文中。所有这些工作都付出了大量劳动，取得了有价值的数据和资料，解决了问题，对统一大家的认识起了重要的作用。这些总结刊印出来也将会对后人有参考价值。

以球扁钢为例：世界各国产品标准规定的尺寸断面基本相似，但公差要求不尽相同。过去我国生产和使用部门最有争议的地方是各处的棱角 r_0 、 r_1 、 r_2 、和 r_3 ，见图1。50年代的苏联标准ГOCT规定了严格的公差。 r 。根据壁厚不同规定公差 ± 1 到 ± 2.5 mm。 r_1 公差要求为 ± 0.5 mm。 r_2 规定为 ≤ 0.3 壁厚 S 。我国1965年修定的标准中则对 r_1 公差放宽到 ± 1.5 mm， $r_2 \leq 0.724 S$ 。西方各国的标准，包括劳埃德，对 r_1 、 r_3 不做检查。对于 r 和 r_2 则根据壁厚不同分别规定不大于1.5~4mm的公差。而苏联ГOCT 1976年修改的球扁钢标准则对所有的 r_0 、 r_1 、 r_2 、 r_3 皆不规定公差。只要求在孔型上和工艺上保证，交货时不做检查。

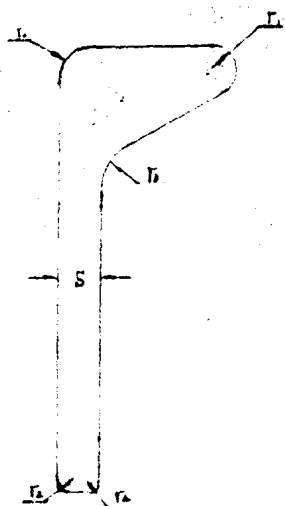


图1

各国球扁钢棱角公差

单位mm

标 准	r_0	r_1	r_2	r_3
50 年代 ГОСТ	$\pm 1 \sim 2.5$	± 0.5	$\leq 0.3S$	± 0.5
中国 YB473-65	$\pm 1 \sim 2.5$	± 1.5	$\leq 0.724S$	
ISO, DIN, NF LR	$\leq 1.5 \sim 4$		$\leq 1.5 \sim 4$	
1976 年 ГОСТ	只在孔型、工艺上保证, 交货时不做检查			

由于50年代的苏联标准对 r_1 的公差要求较严, 对 r_0 的公差要求比 r_1 的稍宽, 所以过去在孔型设计上, 成品孔采用 r_0 处为孔型的开口, 见图2。

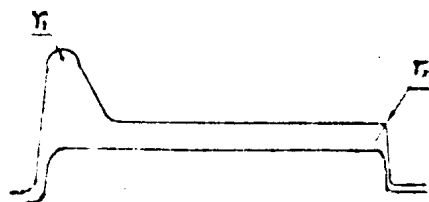


图2

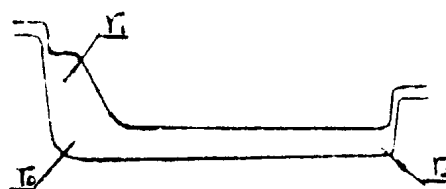


图3

r_1 处为闭口槽, 可以绝对保证其尺寸和公差。对于 r_0 和 r_2 处, 一般在使用时是施焊处, 不一定要要求很严格的公差。

但是我国一些造船单位对 r_0 处的棱角要求很严, 这就迫使生产单位不得不改变设计, 采用另外的孔型开口方式, 如图3, 以保证 r_0 处的外观及尺寸公差, 这样对 r_1 处的形状及尺寸公差则可能会有所影响。

究竟如何设计更理想? 这就需要生产者和使用者的方面的人员在一起共同研究。但是我国过去管理体制上存在部门分割各自对自己的上级负责, 部门之间很少往来, 两方面的人员很难走到一起从学术上探讨问题, 而是在产品验收标准上讨价还价, 搞烦琐哲学。各部门的领导在人力、物力、财力和精神上都不大支持这种学术上的探讨, 这是很遗憾的事。希望今后在认识上在体制改革上能解决这些问题。

鞍山钢铁公司副总工程师 崔 峰 11月7日, 1987,

作者的话

船舶和海洋工程用的型钢有：球扁钢、对称球扁钢、L型钢（即不等边不等厚角钢）、T型钢、钢板桩和H型钢等。

海洋型钢的研究、试制、生产和检验等，是一门交界科学，一边是型钢生产，开始主要是冶金科学技术中的轧钢学，后来发展到有焊接等技术；另一边是船舶和海洋工程结构学，主要是如何满足这些工程结构物建造和使用的要求。

海洋型钢研究从一开始就与使用要求紧密结合，这一点与铁路用钢有些相似，而且在比较各种截面形式的特性方面，工作做得较有特点，在其他用途的型钢中所不多见，因此可供兄弟工程部门交流借鉴。

自从1979年全国船舶型钢会议（南通）总结了1958年以来的调查研究工作、撰写并散发了一批论文之后，经过金属压力加工领域和钢结构领域等兄弟学科的科技工作者评议和交流，进一步了解到：不论在国内和国外，系统地研究型钢的质量和特性应用的论文是不多的，说明这批论文具有公开交流的价值。

这批论文的产生应该部分归功于船舶工业有比较严格的船舶检验制度和军代表制度。这些检验制度要求生产、研制中的科技工作者回答一些问题，有时是定量地、具有群体概念地回答一些有关质量的问题，因而产生了其中一些论文。这就是说，在船舶建造过程中，这种制度的存在促进了型钢研究的发展。

在船舶和海洋型钢的研究中，设计制造了检查截面内外圆角的专用测量工具、运用了数理统计的方法、在实验中应用了三元光弹应力分析的冻结方法……等，并提出了《比截面系数》这一个指标，用它将现有的型钢作了系统的比较。这些是研究别的型钢可以参考的地方，统计得到的数据对于钢结构的极限设计、可靠性分析以及船舶检验规范中某些规定的理性化都提供了基础依据。

这批论文的研究内容包括：截面设计、生产质量、统计分析、型钢形式评比、型钢角部应力分析、型钢截面惯性矩变化幅度、重量公差意义、装配焊接工艺对型钢的要求、进口型钢的质量水平以及协调国际上L型钢两大系列的建议等。由于涉及问题的多样性，能引起读者多方面的兴趣。

本文集的论文，除二篇外，全部是第一次公开发表。

从本文集可以看出研究工作还不够深入和全面。有的部分已显示出需要研究而并未进行（如稳定性），有的进行了一定的工作但未全部反映出来（如型钢品种设计），尤其是与钢厂试轧的联系还不够紧密。这也是海洋型钢研究工作和本文集的缺点，有待今后发展和补充。

论文集总结了我国三十年来船舶和海洋工程型钢的主要研究成果。作者们是在一个研究集体之内的。但在各个时期、在各个不同单位有各位主管科技领导人，因此，这批论文分别

由马 昶、刘应虎、鲁玉声、张孝镛等同志审阅；先后参加船舶型钢研究试验测定分析工作的计有：陈国虞、魏步友、宋邦金、张芳松、李春惠、单越波、廖 萍、郑忠海、吴绍尧、何志、霍满泰、张振远、沈良臣、彭初廉、周国华、郑涌铭、薛君荣、严似松、王杞、林云辉、卫洪兴、于敬祥、董海鹰、邹著成、费炳荣、王文芳、乐惠芳等。

陈国虞

1987.10.上海

目 录

上 册

- 一、球扁钢断面公差统计分析 陈国虞、宋邦金、张芳松、李春惠 (1)
- 二、球扁钢断面公差对惯性矩的影响及圆角量具
..... 陈国虞、郑忠海、吴绍尧、何志 (25)
- 三、几个国家的球扁钢标准比较 陈国虞、霍满泰 (39)
- 四、船体焊接装配对球扁钢断面的要求 陈国虞、张振远 (50)
- 五、球扁钢重量公差 陈国虞、张振远 (64)
- 六、球扁钢球头圆角处的应力分布 陈国虞、宋邦金、沈良臣、彭初廉 (76)
- 七、4 *球扁钢断面设计 陈国虞、倪步友 (82)

下 册

- 八、船用型钢稳定性的要求 周国华、陈国虞 (89)
- 九、用纵剖法得到不等边不厚角钢、T型钢和球扁钢 陈国虞、郑涌铭、薛君荣 (96)
- 十、用比截面系数作为衡量船用型钢截面金属利用的指标 陈国虞、严似松 (116)
- 十一、船用T型钢系列的选定 王 杞、陈国虞 (127)
- 十二、我国船用“L型钢”标准的现状与前景
..... 严似松、王 杞、林云辉、陈国虞 (131)
- 十三、论造船用L型钢尺寸、截面特性和允许公差—关于ISO657/18
热轧型钢第18部分的建议 陈国虞、严似松、王 杞、林云辉 (139)
- 十四、卢森堡 BU 钢板桩质量评价 陈国虞、倪步友 (151)
- 十五、船舶及海洋工程用万能型钢及其进口品评价 陈国虞、倪步友 (160)
- 十六、论船用焊接型钢生产 卫洪兴、陈国虞 (175)

附录: 略

一、CB * /Z313 -79 船型不对称型钢品种

二、CB * /Z312 -79 船用对称型钢品种

三、ISO657 /18 -1980 热轧型钢, 第18 部分, 船用L 型钢品种—尺寸。

截面特性数值和公差

四、角接焊缝—中华人民共和国船舶检验局《钢质海船入级与建造规范》

第七篇第三章第四节

CONTENTS

Part I

- 1 Statistical Analysis of Section Tolerance of Bulb Plates
.....Chen Guoyu, Song Bangjin, Zhang Fangsong, Li Chunhui(1)
- 2 Effect of Section Tolerance on Moment of Inertia of Bulb Plates and the Equipment for Measuring Hollows
.....Chen Guoyu, Zheng Zhonghai, Wu Shaoyao, He Zhi(25)
- 3 Comparism among the Bulb Plate Standards of Diferent Countries.....Chen Guoyu, Huo Mantai(39)
- 4 Requirement of Welding and Assembling to the Bulb Plate Sections.....Chen Guoyu, Zhang Zhenkui(50)
- 5 Weight Tolerance of Bulb Plates
.....Chen Guoyu, Zhang Zhenkui(64)
- 6 Stresses on the Hollows of Bulb Plates
..Chen Guoyu, Song BangJin, Shen Liangchen, Peng Chulian(76)
- 7 Section Design for the 4[#] Bulb Plate
.....Chen Guoyu, Ni Buyou(82)

Part II

- 8 Stability Requirement to Shipbuilding Sections
.....Zhon Guohua, Chen Guoyu(89)
- 9 Production of Bulb Plates and Angle Sections by Longitudinal Cutting Method
.....Chun Guoyu, Zheng Yongming, Xue Junrong(96)
- 10 The Specific Section Coefficient—a Criterion for Estimating the Reasonability of Utilizing Steel Section Metal.....Chen Guoyu, Yan Sisong(116)
- 11 Selections for Shipbuilding T Bar Series
.....Wang Qi, Chen Guoyu (127)

- 12 Shipbuilding L Section Standard in our Country
.....Yan Sisong,Wang Qi,Lin Yunhui,Chen Guoyu(131)
- 13 On Dimension Range Section Characteristics and
Tolerances of Shipbuilding L Section the Suggestion
for ISO657/18 Hot Rolled Section Part18
.....Chen Guoyu,Yan Sisong,Wang Qi,Lin Yunhui(139)
- 14 Evaluation for the Quality Performance of the
Luxembourg ARBED BU Steel Sheet Pile
..... Chen Guoyu,Ni Buyou(151)
- 15 Evaluation for Imported Shipbuilding and Marine
Engineering Universal Beams.....Chen Guoyu,Ni Buyou(160)
- 16 On Welding Section Production
.....Wei Hongxing,Chen Guoyu(175)

Appendix (Omit)

- 1 CB/Z313-79 Shipbuilding Unsymmetrical Sections----
Dimension,Section Properties and Dimension Tolerances
- 2 CB/Z312-79 Shipbuilding Symmetrical Sections----
Dimension, Section Properties and Dimension Tolerances
- 3 ISO657/18-1980 Hot Rolled Section,Part18, Shipbuilding
L Sections---Dimension, Section Properties and
Dimension Tolerances
- 4 Fillet Welds---Rules and Regulations for the
Constructions and Classification of Sea---
going Steel Ships 1983 Part 7,Section4

球扁钢断面公差统计分析

本文选取了中苏两国出产的大、中、小型球扁钢各两批，组成三对。第一对：14* b 球扁钢，是由苏联西伯利亚马里苏维埃自治共和国沙尔塔纳钢厂和鞍钢出产的；第二对：6* 球扁钢，是由斯大林钢厂和新沪钢厂出产的；第三对：24* a 球扁钢，是由苏联出口供应公司和鞍钢供应的，通过对比方法得出了两国球扁钢断面公差情况。

所选的球扁钢14* b 和6* 两对均为A4C(CT4C)，24* a 的一对苏联产的钢号是CXЛ - 4，鞍钢生产的也是合金钢。

每对两批各取150个截面，每个截面上计测量：高度 h ，宽度 b ，壁厚 s 。球顶面与壁面间的圆角半径 r ，球端圆角半径 r_1 ，球斜面与壁面间的圆角半径 r_2 ，球头斜度(以 120° 为准)与顶面不垂直度(以 90° 为准)等八个项目。共得约7200个数据。

用正态统计分布曲线进行统计分析。每150个数据组成一组，计算出其平均值(R)、偏离度(σ)，绘出频率分布曲线。讨论了六批大、中、小型球扁钢的断面公差及格水平。大致上可归纳为以下几点：

1. 并不是所有的球扁钢都符合其出厂标准，即便是造船用剩的球扁钢也有不符合标准的
2. 两批中型(14* b)球扁钢公差水平相当；大型(24* a)的两批均有好几项达不到ГОСТ 5353-52的公差要求，但鞍钢生产者较接近一些；小型(6*)两批相比较，新沪钢厂生产的较斯大林钢厂生产的好，但两者均相当接近苏联标准。

两国产品相比较：大、小型中国者优，中型两国相当，从项目看， h 、 b 、 s 大部符合标准， r_1 、 r_2 和 120° 等较差。

第一章 测量及统计方法

(一) 前言

近十年来，我国按鞍标23-57“造船用球扁钢”试制球扁钢。鞍标23-57和苏联国家标准ГОСТ 5353-52“船用特种型钢品种”尺寸公差要求相同。试制中发现几个问题：标准中所规定的公差是否为造船所必须？是否超过就不能造船了？用这个公差去衡量轧钢厂的产品及格率，及格率低对工艺要求是否太严了？为了解决这些问题需要进行一些工作，在讨论公差对断面惯性矩的影响[4]之后，本文拟讨论已出厂的球扁钢符合标准的情况。

按ГОСТ 5353-52要求，球扁钢尺寸公差共八项，重要的有高度 h 、球宽度 b 和壁厚度 s 的公差。此外，有 r 、 r_1 、 r_2 和 120° 的公差等。对 h 、 b 、 s 均用通用量具(游标卡尺和螺旋测微尺)去测量，对圆角用作者设计的仪器去测量，至于角度则用游标角度尺和万能量角器去量。

本文作者：陈国虞 宋邦金、张芳松、李春惠

游标卡尺最小刻度为0.05mm,精度为±0.05mm [13];螺旋测微尺最小刻度为0.01mm,精度为±0.006mm [12];圆角半径测量仪则用百分表,其最小刻度为0.01mm,精度为±0.009 [11],因此折合圆角精度: r 和 r_1 为±0.05mm, r_2 为±0.07mm,测量120°角用的游标量角器最小刻度为5',精度为±5',测量90°角用万能量角器最小刻度为2',精度为±2',经过实践证明精度是较好的,作为研究标准是合适的。

所测量的球扁钢每隔4—5m取一个断面,即在每根长度≥6m的钢上任意取二个断面,在一批钢内连续的取够150个断面为止,不加选择地加以统计。

150个截面仅代表钢厂的一次轧制的工艺情况,不能说明全部问题,但可以说这是送交使用部门的球扁钢抽查的结果。这些测量的截面有些是出厂时未量过的,有些厂对某些项目抽查而不普查。因而,在150个截面中既有及格的也有不及格的。因送到船厂的球扁钢是在钢厂已将一部分剔去,所以结果应该偏好,又因对每一个测量项目来说,剔去的并非是全部不及格的断面,所以仍有代表性。

检查的钢材尽量要近期生产的,如苏联产者为63年的,中国产者为64年的。又因我国生产某一型号球扁钢的车间只有一个,所以也代表我们的水平。苏联进口的钢材小号为斯大林钢厂生产的,大号和中号的有沙尔塔纳地方产的,有第聂伯尔·捷尔任斯基工厂产的,也代表苏联的生产水平。

在测量时,有些球扁钢已经生锈,后将氧化皮用油棉纱擦去,点蚀较多,均匀腐蚀较少。点蚀对厚度基本上无影响(测量面积大),对斜度基本上没有影响(量角器接触面大),对球宽度,高度(由于接触面不大)稍有影响,读者在审阅时考虑之(数据无法修整),对圆角影响较大(因触头较尖)。均匀腐蚀对 h 、 b 、 s 是两面影响,对 r 、 r_1 和 r_2 等是定量地影响,即均匀腐蚀0.1mm, r 减少0.1mm,均匀腐蚀对角度没有影响(因两条平行线形成的角度不变)。

(二) 统计分析方法及计算结果

仿照对屈服点的讨论 [5] 采用常用的统计分析方法,这个方法认为当随机变量出现次数足够多时,其频率分布应为高斯曲线,也称正态分布曲线,其形状如图1所示,其表达式写成指数方程时 [9] [10] 以 R 为变量,以 $\Phi(R)$ 为函数,则为:

$$\Phi(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(R-\bar{R})^2}{2\sigma^2}}$$

式中: R 是该测量的变量

$\Phi(R)$:出现的几率(即或然率),
用无因次表示。

$\bar{R}$:平均值,对于每组数据可以计算出来,也是这条曲线的常数。

σ :均方差,对于每条曲线来说是个常数,有一组数据后,可以算出 σ 来。

有了 R 、 σ 之后,便可在“ $R-\Phi(R)$ ”坐标上画出曲线来。画法如下:因为在高斯曲线下横坐标任一固定的区间上,可以积分作出这区间的面积,此面积与曲线下整个面积之比即

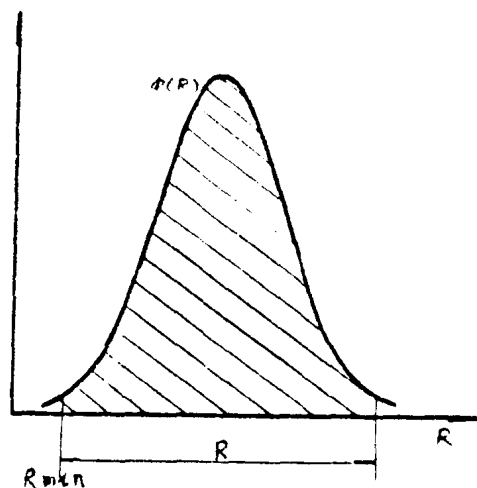


图1 正态分布曲线(高斯曲线)

为出现的几率(频率), 给定一区间积分一次, 便有一点纵坐标 $\Phi(R)$, 连起来就是正态分布曲线, 运算时可查表 [7] 得出。

高斯曲线的特点是在 $R \pm \sigma$ 处各有一拐点 [8], 拐点以内积分占整条曲线下面积之68%。 $\bar{R} \pm 2\sigma$ 内积分占95%, $\bar{R} \pm 3\sigma$ 内积分占99.73% [6]。用公式表示即为:

$$\int_{\bar{R}-3\sigma}^{\bar{R}+3\sigma} \Phi(R) dR = 0.9973$$

我们算出 σ , 作比较两组曲线(数据)“离散”之用。这组数据的实际及格率应按照规定公差作为积分上下限, 便反映出这组数据(生产情况)对公差的适合程度。

现在举例说明怎样讨论公差适合生产的情况。球扁钢各部分的名称沿用YB475-65的符号, 绘在图2上, 以图2圆角半径 r_2 为例, 将测量到的150个数据合并为若干挡。合并的原则是: 不要过细, 分得过细会使绘出的曲线太低 [6], 且一挡与一挡之间距离比测量误差小, 则这一挡内有些数据的真实值是属于邻近一挡的, 这就失去了意义; 如果过大, 挡数过少, 这样就会过分集中, 会使离散率计算出来的结果不正确。

现取测量误差之幅(±绝对之和)作为挡区间—0.1mm, 这样在公差范围内有16挡, 有些挡内无出现次数者略去。

分好挡后进行计算, 令 R_i 为随机变量, R_i 出现的次数称为频次 F_i , 则频率 $W_i = \frac{R_i}{\sum F_i} \times 100\%$

这个随机变量的平均值:

$$\bar{R} = \frac{R_1 F_1 + R_2 F_2 + \dots + R_n F_n}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n} = \frac{\sum R_i F_i}{\sum F_i} = W_i R_i$$

$$= W_i R_i$$

$$\text{偏离度(均方差)}: \sigma = \frac{\sum F_i (R_i - \bar{R})^2}{\sum F_i}$$

$$= \sum W_i (R_i - \bar{R})^2$$

$$\text{离散率: } C_v = \frac{\sigma}{\bar{R}}$$

R_i 值在一定的 $\bar{R}$ 值附近波动(而不是在0点附近波动), 在 $\bar{R}$ 未计算出来之前, 可用表格一次算出 R 和 σ , 因而也可以得到 C_v 。其方法为: 任取一常数 a , 则高斯曲线与横轴间面积的一次面矩

$$m_1 = \frac{\sum f_i (R_i - a)}{\sum f_i} = \sum w_i (R_i - a) = \bar{R} - a$$

$$\text{二次面矩: } m_2 = \frac{\sum F_i (R_i - a)^2}{\sum F_i} = W_i (R_i - a)^2$$

$$\text{均方差与 } m_1, m_2 \text{ 有下列关系: } \sigma = \sqrt{m_2 - m_1^2}$$

这时离散率 C_v 仍用下式定义: $C_v = \sigma / \bar{R} \times 100\%$

其余所用的方法均为常用的方法, 依据 [6-10], 计算表如下表1

用这个方法同样对两批球扁钢的其他公差进行计算。

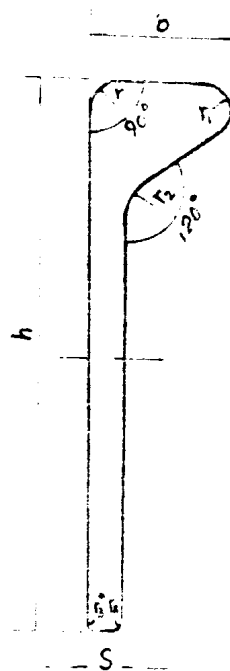


图2 球扁钢断面各部分的名称

3、4 标准中无名称

表1 沙尔塔纳产14^{*}b 球扁钢 r_2 计算 R 和 σ 的表格

R mm	$R - a$ 取 $a = 6.05 \text{ mm}$	频 次	频 率 W%	$W(R - a)$ X100	$W(R - a)^2$ X100
5.35	-0.7	5		2.34	1.64
5.55	-0.5	17		-5.67	2.84
5.75	-0.3	15		-3.00	0.90
5.95	-0.1	27		-1.80	0.18
6.15	0.1	28		+1.87	0.19
6.35	0.3	29		+5.87	1.74
6.55	0.5	21		+7.00	3.50
6.75	0.7	3		+1.40	0.98
6.95	0.9	3		+1.80	1.62
8.35	2.3	2		+3.06	7.04
		=150		+8.12	20.63

$$m_1 = 0.0812 \text{ mm}^2 \quad m_2 = 0.2063 \text{ mm}^2 \quad \sigma = 0.446 \text{ mm} \quad R = m_1 + a = 6.13 \text{ mm}$$

当正态分布曲线绘出之后，用曲线下的面积便可代表及格率，如图3所示。当以曲线的平均值为中心，两边对称地取公差带之半的范围积分时，便是只考虑或然误差的及格率，即不计系统误差的

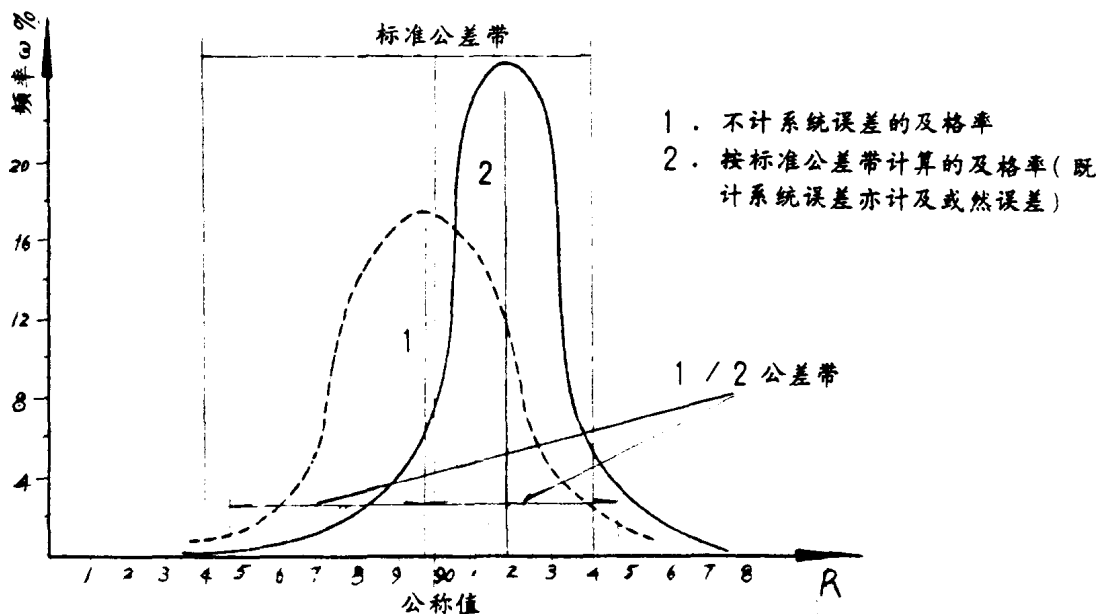


图3 两种及格率计算示意图

及格率,见表2(以下简称第一种及格率)。但是通常平均值并不在公称值上,也不在公差的中央,也就是说明不是在最合理的位置,平均值与最合理位置之偏离是系统误差造成的。计及系统误差和或然误差时,即曲线在公差带之内的面积,便代表实际的及格率(以下简称公差带按ГОСТ5353-52规定的及格率为第二种及格率)。

表2 两批6*球扁钢合格率计算结果

测量参数		公称值 R_0	公差 (mm)	$\bar{R} - R_0$ ΔR (mm)	平均值 $\bar{R}$ (mm)	偏离度 σ	第一种 合格率 %	第二种 合格率 %	第三种 合格率 %
S (mm)	国产	5	+0.4 -0.5	-0.13	4.87	0.125	99.97	99.70	99.70
	苏产	5	+0.4 -0.5	+0.07	5.07	0.234	94.4	91.10	
h (mm)	国产	60	+1.0	+0.19	60.19	0.329	99.90	99.20	99.20
	苏产	60		+0.22	60.22	0.521	94.4	92.40	
b (mm)	国产	19	+0.5	+0.19	19.19	0.23	99.20	92.10	92.10
	苏产	19		+0.20	19.20	0.443	74.60	69.20	
r (mm)	国产	3.5	+1.0	+0.33	3.83	0.137	≈100.00	100.00	100.00
	苏产	3.5		+0.70	4.20	0.853	75.80	61.50	
r ₁ (mm)	国产	3.5	+0.5	+0.42	3.92	0.365	83.50	55.30	99.89
	苏产	3.5		+0.59	4.09	0.324	88.10	37.80	
r ₂ (mm)	国产	3.5	+0.7	+2.0	5.50	0.532	81.60	3.20	
	苏产	3.5		+2.69	5.69	1.699	31.80	14.50	
90°	国产	90°		-0.13'	89.47'	0.278°			
	苏产	90°		-0.20'	89.40'	0.649°			
120°	国产	120°	+0.5°	+0.21'	120.21'	0.401°	78.9	74.00	99.3
	苏产	120°		-0.04'	119.56'	1.1°	34.70	35.00	

第一种及格率的意义在于消除系统误差后可得之及格率。通常消除系统误差可以调正轧钢工艺参数。或然误差由于因素多,不易调整、消除。作出分析曲线之后便可知道系统误差在那个方向,需要调整多少?以及在实际及格率2内,系统误差和或然误差各占什么分量。

第二种及格率就是据以交货的及格率,包括两种误差在内,它是随着给定的公差带而变的。在轧

制中影响第一种及格率的因素,属于或然性的因素,如炉内加热不够,几根冷几根热、阴阳面、轧制障碍而导致轧制时间一根长一根短、轧制力有稍许不同,孔型磨损的差别,冷却和润滑的差别,导卫的影响(撞歪),轧制不顺利,由于弯曲而导致的侧压加大,成分波动,首尾轧制条件,冷却速度,终轧温度,矫直的个别原因……等。影响第二种及格率的因素除或然误差外,尚有系统误差的因素,例如轧辊孔型设计、轧辊车削,轧辊安装和轧钢调整工的主观因素(如为了收得率而轧负公差),设备不良,导卫设计和安装,矫正机孔型等……。

用YB473-65公差要求计算的交货及格率(概念与第二种及格率同)称为第三种及格率。

表中用 R_0 代表 R 的公称值。

第二章 统计分析结果

按照上述方法分别对6*、14*b和24*a的中苏各两批球扁钢进行了统计分析,其 $\bar{R}$ 、 σ 和三种及格率的计算结果分别列于表2-4。

各公差项目的正态分布曲线列于图4-27,为了便于比较起见同一公差项目放在一起,由6*、14*b和24*a球扁钢组成一个系列以示全局。

第三章 各公差项目的统计分析论述

(一) 球扁钢壁厚的讨论

六批球扁钢的壁厚频率分布如图4.5、6所示。现分别对小、中、大对应的中苏钢材进行讨论,以比较其优劣。

1. 新沪钢厂生产的平均 $\bar{R}$ 为4.87mm,其与公称值之偏离为-0.13mm。斯大林钢厂平均值 $\bar{R}$ 为5.07mm,其与公称值之偏离度为+0.07mm。就偏离度和离散率来看,苏产钢材为0.235和4.63%,新沪钢厂生产的为0.125mm和2.56%。第一种及格率斯大林钢厂的为94.4%,新沪的为99.97%,第二种及格率新沪的为99.7%,而斯大林钢厂的只有91.1%。由此看来两批钢的该单项指标均较高,而国产的更高些。

2. 两批14*b球扁钢的该项平均值都控制在公称值附近,鞍钢的一批($\bar{R}=8.97$ mm)较苏产钢材($\bar{R}=9.18$ mm)偏离更小;国产钢材的离散率和偏离度为2.5%及0.22mm;苏产者为1.7%及0.154mm。第一种及格率鞍钢为98%,但沙尔塔纳产者更高。但据以交货的第二种及格率鞍钢为96.8%,沙尔塔纳的却较低,为92.4%。

3. 从大型球扁钢的两条高斯曲线可以看出,苏产钢材该项平均值为12.2mm,国产钢材为12.16mm,国产钢材的离散率和偏离度也较苏产钢材好,前者为1.56%和0.19mm,而后者为3.77%和0.46mm。第一种和第二种及格率国产的都较苏产钢材高27%左右。用第三种及格率衡量国产钢材的该单项合格率达到98.95%。

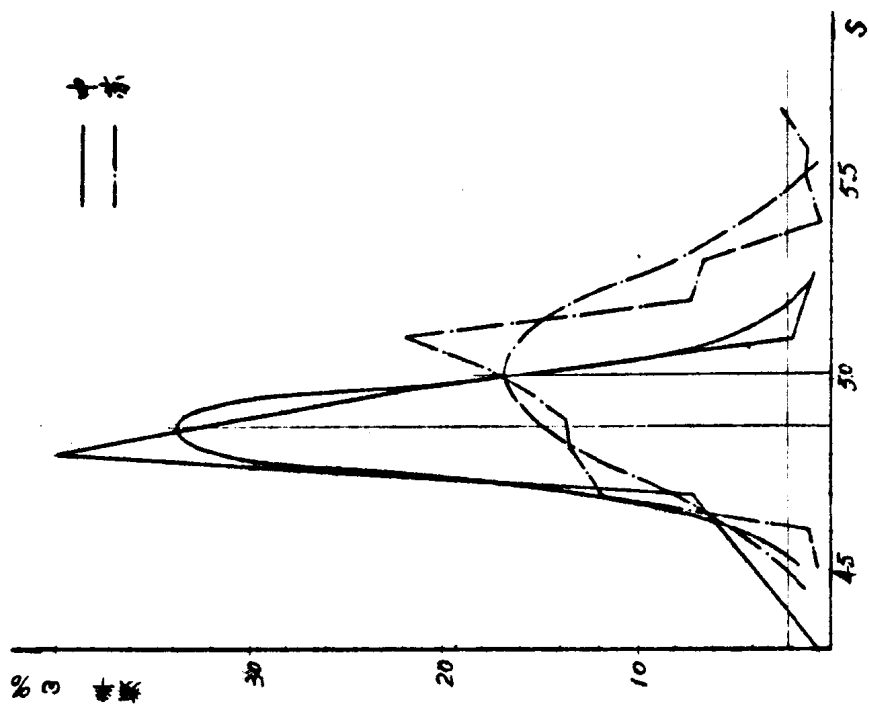


图4 两批6*球扁钢腹板厚S频率分布曲线

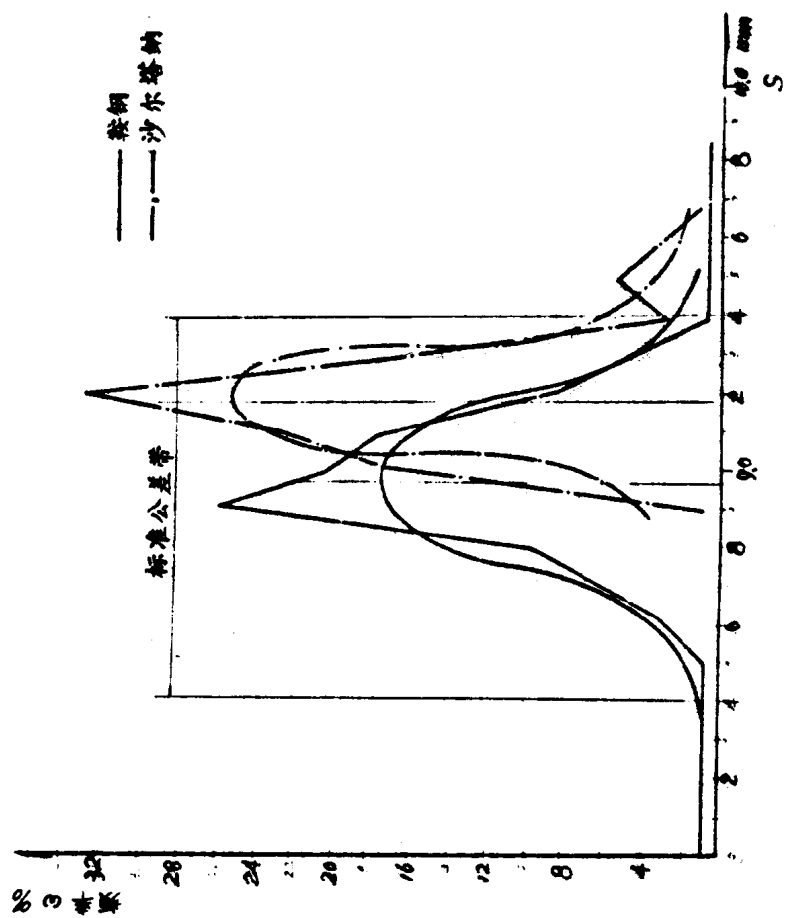


图5 两批14*球扁钢壁厚频率曲线